

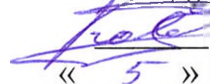
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Электрические станции и электроэнергетические системы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 И.В. Коваленко



« 5 » 06 2017 г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 – Электроэнергетика

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ЛИНИИ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Руководитель
Выпускник

Ст. преподаватель А.В. Малеев
Н.П. Солоненко

Красноярск 2017

Группа ФЭ13-04Б. Группа ФЭ 13-04Б. Направление подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», профиль 13.03.02.05 – «Электроэнергетические системы и сети».

Тема выпускной квалификационной работы «Определение места повреждения на линии электропередачи постоянного тока».

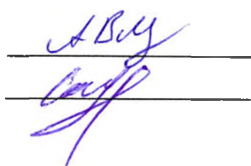
Утверждена приказом по университету № 17238/с от 16.12.2016 г.

Руководитель ВКР – А.В. Малеев, ст. преподаватель кафедры «ЭСиЭЭС» ПИ СФУ.

Перечень разделов ВКР:

1. Основные сведения о линиях постоянного тока;
2. Моделирование схем линий электропередач;
3. Модель линии электропередачи.

Руководитель
Выпускник



Ст. преподаватель А.В. Малеев
Н.П. Солоненко

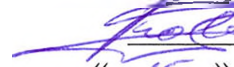
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

кафедра «Электрические станции и электроэнергетические системы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 И.В. Коваленко
« 15 » 12 2016 г

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Солоненко Никите Павловичу

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Определение места повреждения на линии электропередачи постоянного тока» содержит 59 страницу текстового документа, 36 иллюстраций, 24 использованных источника.





ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЛИНИЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

Определение места повреждения на линии электропередач постоянного тока является перспективной для изучения линий постоянного тока. Своевременное обнаружение места повреждения линии постоянного тока позволяет минимизировать негативные последствия последствий на подстанциях.

В результате выполнения данной работы был проведён анализ процессов коротких замыканий на линиях постоянного тока и замечена закономерность, благодаря которой удалось вычислить коэффициент, который при введении в показания при КЗ на линии постоянного тока позволяет использовать уже известные способы определения места повреждения на линии переменного тока для постоянного.

Цель работы:

- Исследование коротких замыканий на линиях постоянного тока разных конструкций;
- Выявление метода нахождения места повреждения на линии;
- Нахождения закономерности изменения отношения тока и напряжения замеренных на линии постоянного тока к токам и напряжениям, замеренных на линии переменного тока.

					ВКР - 13.03.02.05 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Н.П. Соломенко			Определение места повреждения на линии электропередачи постоянного тока	Лист	Лист
Провер.		А.В. Малеев					Листов
Реценз.							4
Н. Контр.		А.В. Малеев					59
Утверд.		И.В. Коваленко				ФГАОУ ВО "СФУ" ПИ Кафедра "ЭСиЭЭС"	

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. Основные сведения о постоянном токе	8
1.1. Преимущества линий электропередач постоянного тока	8
1.2. Недостатки постоянного тока.....	9
2. Основные сведения о преобразовательных подстанциях	10
2.1. Выпрямительная подстанция. Управляемые и неуправляемые выпрямители.....	12
2.2. Инверторная подстанция	14
2.2.1. Управляемые и неуправляемые инверторы	15
3. Схема передачи постоянного тока.	15
3.1. Измерения тока на линии.....	15
3.2. Измерения напряжения на линии	16
4. Схема передачи постоянного тока.	17
4.1. Монополярная.....	17
4.2. Биполярная схема.....	18
5. Перспективы использования линий постоянного тока.....	20
6. Вводная часть	21
7. Моделирование в Matlab схем линий постоянного тока	23
7.1. Модели схем Matlab	23
8. Короткие замыкания и защита от них на линии электропередач постоянного тока.....	31
8.1. Устройства защиты линии постоянного тока.	33
8.2. Короткое замыкание на монополярной линии постоянного тока.	33
8.3. Короткие замыкания на биполярной линии постоянного тока.....	38

Перв. примен.	
Справ. №	
Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						Лист
Из	Лис	№ докум.	Подпис	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	5

Перв. примен.	9. Особенности определения места повреждения на линиях электропередач. 52				
	9.1. Способы и устройства ОМП в линиях ППТ. 53				
Справ. №	9.2. Сравнительный анализ показателей тока и напряжения при КЗ на линиях постоянного и переменного тока..... 54				
	9.3. Применение коэффициента к установке. 68				
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ 76				
	Список источников 77				
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ
Из	Лис	№ докум.	Подпис	Дат	Лист
					6

Перв. примен.	ВВЕДЕНИЕ												
	<p>Объектом исследования в данной работе является линия электропередач постоянного тока.</p> <p>Предметом исследования является переходные процессы, а точнее короткие замыкания на этих линиях. Анализ аварийных переходных процессов на линии постоянного тока должен показать зависимость параметров тока и напряжения на подстанции и на линии от положения точки короткого замыкания. Таким образом, получим представление о том, как опознать, на каком расстоянии от подстанции произошла авария на линии. Решение проблемы нахождения места короткого замыкания по показаниям тока и напряжения позволит упростить работу ремонтно-выездной бригады при поиске аварийного участка линии постоянного тока. Для своевременного ремонта таких линий при коротком замыкании потребуется много времени для поиска участка аварии. Оперативно выездной группе придётся ездить вдоль линии и проверять провода на предмет повреждения изоляции. На линиях электропередач переменного тока существуют оборудование, позволяющее определить местоположение короткого замыкания, однако, для постоянного тока подобного оборудования пока не придумали, поэтому, путём сравнительного анализа показаний тока и напряжения при коротких замыканиях на линиях постоянного и переменного тока, в данной работе будет рассмотрена возможность использования оборудования определения места повреждения на линии переменного тока для линии постоянного тока с введением некоторых изменений в выдаваемой информации.</p>												
Справ. №		Подпись и дата	Инв. № дубл.	Зам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.							
							Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	Лист
													7

Перв. примен.	<h1>1. Основные сведения о постоянном токе</h1> <p>В настоящее время в мире всё активнее стали использовать постоянный ток, в основном для передачи электроэнергии на дальние расстояния и для увеличения пропускной способности. Применение ЛЭП постоянного тока и вставок постоянного тока расширяется в значительной степени благодаря успехам силовой полупроводниковой техники.</p> <p>Основная область применения линий постоянного тока - передача больших мощностей на дальние расстояния. Однако особые свойства этих линий позволяют с успехом использовать их и в других случаях. Например, линии постоянного тока оказываются эффективными при необходимости пересечения морских проливов, а также связи несинхронных систем или систем, работающих с разной частотой.</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата	<h2>1.1. Преимущества линий электропередач постоянного тока</h2> <p>Линии электропередач постоянного тока (ППТ) имеет ряд преимуществ перед линиями электропередач переменным током, которые могут быть использованы для решения широкого круга задач электроэнергетики:</p> <ul style="list-style-type: none"> - На передачу активной мощности не оказывают влияние волновые процессы, имеющие место в сетях переменного напряжения. Для перетока мощностей по сетям постоянного тока необходима только разница напряжений по концам линий. - Пропускная способность линии постоянного тока для конкретной марки провода и класса напряжения значительно больше, чем пропускная способность линии переменного тока с проводом того же сечения и класса напряжения. Это объясняется тем, что на выбор сечения провода влияет по большей части только температура нагрева провода. - В сети постоянного тока нет сдвига фаз, а значит нет понятия динамической и статической устойчивости системы. 				
	Инв. № дубл.				
	Взам. инв. №				
	Подпись и дата				
	Инв. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	<div>ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</div> <div>Лист 8</div>

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Зам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					

- Используя постоянный ток можно избежать проблем, вызванных явлениями в реактивных элементах. Благодаря этому решается проблема ограничения длины кабельных линий по зарядной мощности.

- Для линий ППТ без промежуточных отборов мощности, отсутствие линейных выключателей значительно упрощает конструкцию преобразовательной подстанции, а также благополучно влияет на её экономические показатели.

- Опоры ЛЭП для постоянного тока имеют простую конструкцию, что облегчает сборку и ремонт, уменьшает капитальные затраты на возведение линии.

- С помощью постоянного тока возможна передача больших объёмов электроэнергии на большие расстояния с меньшими потерями, чем у линии переменного тока.

- Для передачи электроэнергии постоянным током требуется меньшее количество проводов, чем для передачи переменным.

1.2. Недостатки постоянного тока

- Преобразовательные подстанции, необходимые для подсоединения к электрическим сетям переменного тока, очень дороги. В добавок, их исполнение намного сложнее, чем подстанции для переменного тока из-за дополнительного оборудования, выполняющего само преобразование, и из-за более сложных систем контроля и регулирования.

- Необходимость устанавливать дорогие устройства фильтрации и компенсации. Это связано с тем, что преобразовательные подстанции генерируют гармоники тока и напряжения.

- При коротком замыкании в системах переменного тока, подключенных к подстанциям системы высоковольтного постоянного тока, отказ затрагивает также и систему передачи постоянного тока высокого напряжения. Наиболее подвержены этому инверторные подстанции.

ИЗ	Лис	№ докум.	Подпис	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	Лист
						9

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Зам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					

При коротком замыкании на стороне выхода инвертора, возможен выход из строя всей системы передачи постоянного тока высокого напряжения. Отказы из-за короткого замыкания на стороне входа выпрямителя обычно связаны с падением напряжения.

- Для предотвращения радиопомех на линиях связи, расположенных вблизи высоковольтных ЛЭП постоянного тока, вызванных высокочастотной составляющей в системах передачи постоянного тока, необходимо устанавливать дорогостоящие фильтры.
- Поток тока через землю в однополюсной системе может вызвать электрическую коррозию подземных металлических конструкций, в основном трубопроводов.
- От линии постоянного тока затруднительно провести ответвление в промежуточных пунктах.

2. Основные сведения о преобразовательных подстанциях

Преобразовательная подстанция служит для преобразования энергии переменного тока в энергию постоянного тока с помощью статических преобразователей. Для передачи энергии постоянным током на отправном конце линии сооружают выпрямительную подстанцию для преобразования энергии переменного тока в энергию постоянного тока. На приёмном конце сооружают инверторную подстанцию для обратного преобразования.

Схемы и конструкции преобразовательных подстанций определяются распределительным устройством переменного тока и преобразовательными агрегатами РУ выпрямленного тока. Преобразовательные подстанции часто совмещаются с распределительными пунктами 6 — 10 кВ промышленных предприятий. В этом случае от РУ переменного тока наряду с преобразовательными агрегатами получают питание и другие цеховые потребители электроэнергии.

ИЗ	Лис	№ докум.	Подпис	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	Лист
						10

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Изм. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					

Преобразовательные подстанции имеют блочную структуру. Современный преобразовательный блок подстанции включает в себя мостовую схему и ряд других элементов, составляющих неотъемлемую часть этого блока.

Для преобразовательного моста основными элементами являются вентили. В настоящее время в качестве вентилях используются высоковольтные тиристорные вентили (ВТВ), собранные из единичных тиристоров, включенных последовательно. Полученная мощность моста и его напряжение могут оказаться недостаточными для преобразования всей мощности ППТ, поэтому необходимо применять последовательно-параллельное соединение отдельных преобразовательных мостов.

Вентили, применяемые в схеме моста, обладают свойством управляемости –они могут открыться только при подаче на управляющий электрод вентиля электрического импульса относительно небольшой мощности. Изменяя момент подачи этого импульса, можно в широких пределах регулировать параметры режима моста, переводить мост из выпрямительного режима в инверторный и наоборот. Управление режимом моста может осуществляться с помощью системы управления, которая генерирует управляющие импульсы, распределяет их по вентилям моста и осуществляет необходимый сдвиг их по фазе относительно питающего напряжения.

Другим важным элементом преобразовательного блока является трансформатор, который связывает преобразовательный мост с передающей или приемной системой. Этот трансформатор выполняет две функции: создает необходимое выпрямительное напряжение и электрически отделяет цепь выпрямленного тока от сети переменного тока. Трансформатор имеет как двух-обмоточное, так и многообмоточное, обычно трех- или четырех-обмоточное, исполнения.

ИЗ	Лис	№ докум.	Подпис	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	Лист
						11

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Зам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					

Одним из обязательных элементов преобразовательного блока являются фильтрокомпенсирующие устройства (ФКУ). Они предназначены для компенсации токов высших гармоник и реактивной мощности. В состав ФКУ входят фильтры токов высших гармоник, батареи статических конденсаторов, синхронные компенсаторы или статические регулируемые источники реактивной мощности.

2.1. Выпрямительная подстанция. Управляемые и неуправляемые выпрямители.

В зависимости от назначения выпрямители бывают управляемые и неуправляемые.

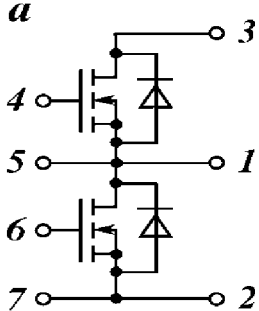
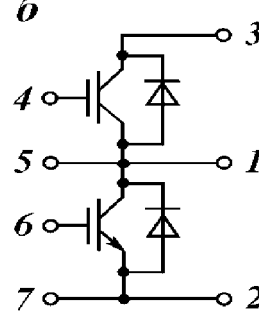
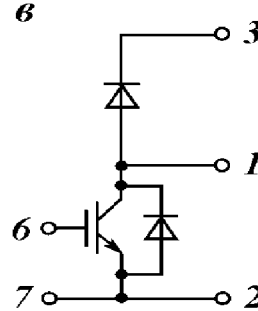
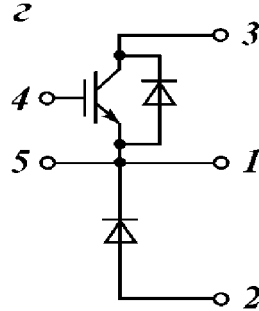
Часто возникает необходимость не только преобразовывать переменное напряжение в постоянное, но и управлять величиной выпрямленного напряжения. Управлять выпрямленным напряжением можно как в цепи переменного, так и в цепи выпрямленного напряжения. Для управления в цепи переменного напряжения используют специальные регулируемые трансформаторы, реостаты. Однако более экономичным и удобным способом является управление выпрямленным током. Для этого используют управляемые выпрямители.

Управляемыми выпрямителями называют выпрямители, которые могут, помимо выпрямления переменного тока, управлять величиной выпрямленного тока. Основным элементом управляемых выпрямителей является тиристор. Тиристор – это полупроводниковый прибор с тремя и более р-п- переходами.

Основными элементами систем управления выпрямителей являются:

- Входное устройство, предназначенное для синхронизации управляющего напряжения с напряжением сети;

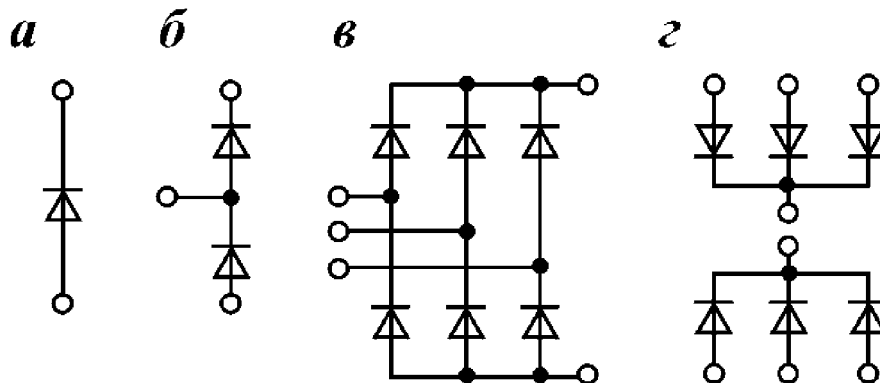
ИЗ	Лис	№ докум.	Подпис	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	Лист
						12

Перв. примен.	<p>- Фазосдвигающее устройство, перемещающее управляющий сигнал во времени на угол сдвига фаз между напряжением включения тиристора и входным напряжением относительно входного напряжения;</p> <p>- Выходное устройство, которое формирует и усиливает управляющий импульс требуемой амплитуды и формы.</p> <p>Существует несколько основных схем соединения элементов управляемых выпрямителей:</p>				
Справ. №	<div><div><p>а</p></div><div><p>б</p></div><div><p>в</p></div><div><p>г</p></div></div> <p>а — двухключевого (полумостового); б — полумостового; в — диод-транзисторного; г — транзистор-диодного; 1 — 3 — силовые выводы; 4—7 — выводы цепей управления.</p> <p>Рисунок 1 – Схемы силовых модулей.</p>				
Подпись и дата	<p>За последние годы значительно возросли параметры тока, напряжения, быстродействия традиционных приборов силовой электроники: диодов, транзисторов и тиристоров. Кроме диодов одиночного исполнения выпускаются силовые модули, включающие в себя последовательно-параллельные сборки и схемы мостовых конфигураций. Схемы этих сборок приведены на рисунке 2.</p>				
Инв. № дубл.					
Зам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					

ИЗ	Лис	№ докум.	Подпис	Дат

ВКР– 13.03.02.05 ПЗ

Лист
13



а — одиночного; б — полумостового; в — трехфазного мостового; г — трехфазных полумостовых

Рисунок 2 – Схемы силовых диодных модулей.

В промышленных установках, применяющих управляемые выпрямители, так же как и в неуправляемых применяют различные схемы выпрямления переменного тока в постоянный, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки.

В данной работе, при проектировании линии постоянного тока, используется неуправляемый выпрямитель на высоковольтных полупроводниковых диодах.

2.2. Инверторная подстанция.

Схема инверторной подстанции принципиально не отличается от схемы выпрямительной подстанции, так как выпрямители обратимы. Единственное отличие состоит в том, что на инверторной подстанции приходится устанавливать компенсирующие устройства, конденсаторы, либо синхронные компенсаторы для выдачи инверторам реактивной мощности, которая составляет около 50... 60% передаваемой активной мощности.

Перв. примен.	<h2>2.2.1. Управляемые и неуправляемые инверторы.</h2> <p>Преобразователи, у которых на выходе имеется переменное напряжение, называют инверторами. Основными элементами являются коммутирующие устройства, которые периодически прерывают ток или изменяют его направление. В качестве коммутирующих приборов в настоящее время применяют тиристоры и транзисторы, работающие в режиме «открыт – закрыт», благодаря чему КПД инверторов высок и может достигать 99%. К этому следует добавить, что полупроводниковые ключи и преобразователи на них имеют малые габариты, массу, стоимость и большой срок службы.</p> <p>Управление инверторов осуществляется теми же способами, что и на выпрямительных подстанциях.</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата Инв. № дубл. Изм. инв. № Подпись и дата Инв. № подл.	<h2>3. Схема передачи постоянного тока.</h2> <p>Выбор измерительного устройства обуславливается мощностью и необходимой точностью. Для уменьшения величины методической погрешности при измерении напряжения, сопротивление используемого вольтметра должно быть достаточно большим, а при измерении тока сопротивление амперметра как можно меньшим, тогда потребление мощности от объекта измерения будет малым.</p> <h3>3.1. Измерение тока на линии</h3> <p>Для токов более 10 кА наиболее простым способом измерения является параллельное включение шунтов и использование магнитных преобразователей. Для более точных измерений (порядка 0,01 %) больших токов используются преобразователи из меди в виде стержня с определенным диаметром, имеющим приспособление для включения в разрыв шины с током.</p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ
					Лист 15

Перв. примен.															
Справ. №															
Подпись и дата															
Инв. № дубл.															
Изам. инв. №															
Подпись и дата															
Инв. № подл.															
<p>Также, для измерения больших постоянных токов в высоковольтных сетях можно использовать трансформаторы постоянного тока.</p> <p>На сегодняшний день известны измерительные трансформаторы постоянного тока с пределами измерений до 100 кА и разъёмным магнитопроводом, что позволяет производить их монтаж без разрыва цепи.</p> <p>В цепях постоянного тока необходимо учитывать дополнительные погрешности, обусловленные электромагнитным влиянием вторичной цепи трансформаторов на их первичную цепь и искажением формы вторичного тока из-за потерь в сердечниках.</p> <p>3.2. Измерение напряжения на линии</p> <p>Измерение напряжений до 1,5 кВ осуществляется магнитоэлектрическими вольтметрами с добавочными резисторами. При напряжениях до 300 кВ целесообразно включать электростатические вольтметры или обычные вольтметры через измерительные трансформаторы напряжения.</p> <p>Помимо данных способов, для измерения высокого постоянного напряжения можно использовать делители напряжения. Они позволяют уменьшить величину напряжения, протекающего через измерительный прибор и, как было сказано ранее, можно воздержаться от ограничений по сопротивлению измерительного прибора. С помощью делителей напряжения появляется возможность использовать более простые измерительные приборы.</p> <p>К делителю напряжения предъявляются жесткие требования, чтобы исключить его влияние на источник напряжения. Наряду с делителем напряжения могут вызывать дополнительные погрешности подводящие провода и кабели, идущие от делителя к осциллографу.</p>															
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпись</td> <td>Дат</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						<div>ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</div> <div>Лист</div> <div>16</div>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат											

Перв. примен.	<h2>4. Схема передачи постоянного тока.</h2> <p>Существует несколько схем передачи постоянного тока. Одними из которых являются монополярная и биполярная схемы передачи.</p> <h3>4.1. Монополярная схема.</h3> <p>В монополярной схеме один из выводов выпрямителя заземляют, другой же, имеющий электрический потенциал либо ниже, либо выше заземлённого, связан с линией электропередачи. Заземлённый вывод может быть связан с другим заземлённым выводом инверторной станции с помощью второго проводника. Если отсутствует второй металлический проводник, то обратный ток протекает в земле между заземлёнными выводами двух подстанций.</p> <p>Большинство монополярных систем разработаны так, чтобы в будущем можно было расширить до биполярных. Опоры линий электропередачи могут быть разработаны так, чтобы нести два проводника, даже если первоначально используется только один провод в монополярной системе. Второй проводник может использоваться параллельно с другими.</p> <p>Проблемы, создаваемые током, протекающим в земле или воде по заземлению, включают:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Электрохимическую коррозию проложенных в грунте длинных металлических объектов, таких как трубопроводы; - Изменения состава морской воды, такие как выделение хлора, от протекающего тока при использовании её в качестве второго проводника. - Возникающее магнитное поле, влияющее на магнитные навигационные компасы судов, проходящих над подводным кабелем. <p>Этих проблем можно избежать, если установить металлический обратный проводник между заземлёнными выводами обоих</p>															
	Справ. №															
Подпись и дата		Инв. № дубл.	Изм. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.											
<table border="1"> <tr> <td>Изм</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпис</td> <td>Дат</td> <td rowspan="2"> <div>ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</div> <div>Лист 17</div> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Изм	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	<div>ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</div> <div>Лист 17</div>					
Изм	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	<div>ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</div> <div>Лист 17</div>											

преобразователей монополярной линии. Так как эти выводы заземлены, нет необходимости в установке изоляции обратного провода на полное напряжение передачи, что делает обратный провод не таким дорогостоящим, как проводник высокого напряжения.



Рисунок 3 – Монополярная схема электропередач постоянного тока: В – выпрямители; И – инверторы; Т – трансформаторы.

4.2. Биполярная схема.

В биполярной передаче используется пара проводников противоположной полярности, каждый из которых находится под высоким напряжением относительно земли. Биполярная линия будет стоить дороже монополярной с обратным проводником, так как оба проводника должны иметь изоляцию на полное напряжение.

Преимущества биполярной передачи делают её более привлекательной по сравнению с монополярной. При нормальной нагрузке в земле протекают незначительные токи, как и в случае монополярной передачи с металлическим обратным проводом. Это уменьшает потери в земле и снижает экологическое воздействие.

При аварии на одной из линий биполярной системы она может продолжать работать, передавая приблизительно половину номинальной мощности по неповреждённой линии в монополярном режиме с использованием земли в роли обратного проводника.

На очень неблагоприятной местности второй проводник может быть проведён на независимом наборе опор ЛЭП, чтобы при повреждении одной из линий часть мощности передавалась потребителю.

Биполярное устройство также может быть дополнительно оснащено металлическим обратным проводником.

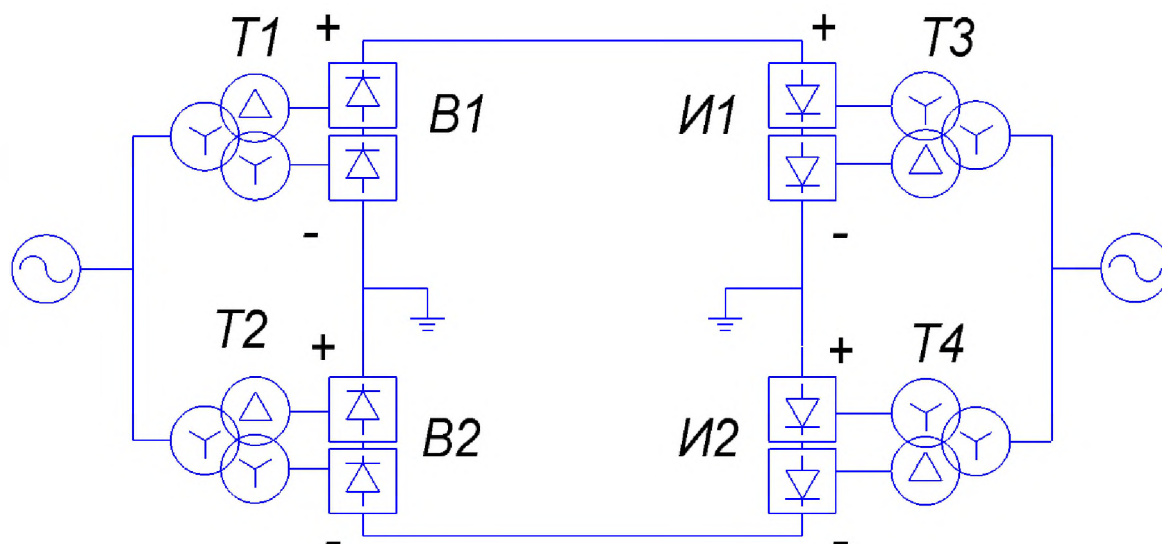


Рисунок 4 – Биполярная схема электропередач постоянного тока: В – выпрямители; И – инверторы; Т – трансформаторы.

Перв. примен.	<h3>5. Перспективы использования линий постоянного тока.</h3> <p>Актуальность развития технологий постоянного тока высокого напряжения для электроэнергетики России обусловлена как внутренними условиями ее функционирования, так и внешними условиями, связанными с условиями функционирования сопредельных с Россией энергосистем зарубежных стран и государственных объединений. Перспективность применения линий ППТ в ЕЭС России определяется такими предпосылками, как:</p> <ul style="list-style-type: none">- проблема подключения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) к ЕЭС и к локальным энергосистемам;- значительный износ и старение существующего сетевого оборудования;- большие потери при передаче электроэнергии в распределительных сетях. <p>Предпосылками к использованию техники постоянного тока для связи ЕЭС России с энергосистемами других государств являются:</p> <ul style="list-style-type: none">- наличие избыточных энергоресурсов, обеспечивающих возможность создания значительного экспортного потенциала в электроэнергетической отрасли;- значительные сложности объединения на переменном токе с крупными зарубежными энергообъединениями из-за различий в системах регулирования частоты и мощности, других систем автоматики, различий в системах оперативного управления и т.д.;- наличие водных преград;- разные стандарты частоты (Северная Америка, Япония);																
	Справ. №																
Подпись и дата	Инв. № дубл.	зам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.													
<table><tr><td>Изм.</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подпись</td><td>Дат</td><td rowspan="2">ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</td><td rowspan="2">Лист 20</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	Лист 20					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	Лист 20											

Перв. примен.	<p>6. Вводная часть.</p> <p>Данная работа предусматривает изучение влияния коротких замыканий на линии электропередач постоянного тока и анализ зависимости значений тока и напряжения от расстояния до точки повреждения линии.</p> <p>В данной работе рассматриваются спроектированные модели линии постоянного тока монополярной и биполярной схемы соединения и преобразовательные подстанции, примыкающие к ним.</p> <p>Задачей рассматриваемой электрической системы является передача от источника питания потребителю по линии постоянного тока класса напряжения 20 кВ. От источника питания 20 МВА напряжением 110 кВ энергия поступает на выпрямительную преобразовательную подстанцию 110/20 кВ, от которой в свою очередь, по линии, выполненной проводом АС 70, длиной 20 км, энергия принимается инверторной подстанцией 20/6 кВ, а от инверторной подстанции, уже преобразованная на переменное напряжение, электроэнергия поступает к потребителю.</p> <p>Основное внимание будет уделено наблюдению аварийных переходных процессов, возникающих по причине короткого замыкания на линии, на входе и выходе выпрямительной подстанции. Это связано с выбором способа определения места короткого замыкания по одностороннему замеру, о котором будет подробно сказано в следующих пунктах.</p>															
	Справ. №															
Подпись и дата		Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.											
<table border="1"> <tr> <td>Из</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпис</td> <td>Дат</td> <td rowspan="2"> <div>ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</div> <div>Лист 21</div> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	<div>ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</div> <div>Лист 21</div>					
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	<div>ВКР– 13.03.02.05 ПЗ</div> <div>Лист 21</div>											

Из текста ВКР изъяты производственные, технические, экономические, организационные и другие сведения, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, в соответствии с решением правообладателя (публикуется с учетом изъятия)

Перв. примен.						
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № днвбл.						
Зам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Из	Лис	№ докум.	Подпис	Дат	ВКР– 13.03.02.05 ПЗ	Лист
						76

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главной задачей данного проекта являлось решение проблемы нахождения места повреждения на линии постоянного тока. В ходе проекта был проведён анализ коротких замыканий на участках разной длины линии постоянного тока разных конструкций. Были проведены необходимые расчёты для нахождения коэффициента, позволяющего использовать методы определения короткого замыкания на линии переменного тока по току и напряжению для линий постоянного тока. При дальнейшем развитии темы проекта, данные наработки можно использовать для разработки непосредственного стационарного устройства, позволяющего без лишних вычислений найти место короткого замыкания.

Что касается проблемы выхода из строя силовой аппаратуры, выпрямителя, инвертора или обоих аппаратов, есть возможность установки специальных устройств, которые переключали бы режимы работы линии постоянного тока. Это будет возможно в виду того, что при установке силовых агрегатов, для перевода линии на постоянный ток, линия электропередач, как таковая, остается неизменной и вполне может работать в своем первоначальном режиме.

